

SHG LASER SOURCE CONTROL PARAMETER CALCULATION DEVICE AND METHOD

Publication number: JP2002043683

Publication date: 2002-02-08

Inventor: KAMIYA HIROAKI; OGINO KENJI

Applicant: YOKOGAWA ELECTRIC CORP

Classification:

- International: G02F1/37; H01S5/0683; H01S5/125; G02F1/35; H01S5/00; (IPC1-7): H01S5/0683; G02F1/37; H01S5/125

- European:

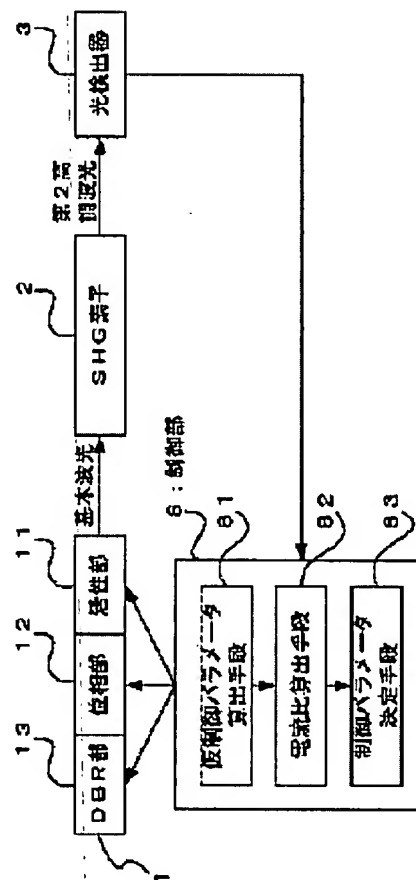
Application number: JP20000219022 20000719

Priority number(s): JP20000219022 20000719

Report a data error here

Abstract of JP2002043683

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an SHG laser source control parameter calculation device and a method capable of easily obtaining control parameters which enable an SHG laser source to output a high laser power. **SOLUTION:** An SHG laser source is equipped with a semiconductor laser possessed of an active part, a phase part, and a DBR part, and an SHG device which outputs second harmonic light by changing light originated from the semiconductor laser in wavelength, and the control parameters of the second harmonic light of high power of the SHG laser source are obtained through a control parameter calculation device. The control parameter calculation device is equipped with a photodetector which receives the second harmonic light outputted from the SHG device and converts it into electric signals. Further, the device has a control parameter decision means which obtains the output power change point of second harmonic light, changes a DBR drive current and a phase control current at the center of a change point on a minus and a plus side, and obtains a DBR drive current and a phase control current of the second harmonic light of high output power through the same procedure as in the output power change point by electrical signals outputted from the photodetector.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-43683

(P2002-43683A)

(43) 公開日 平成14年2月8日 (2002.2.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ノート (参考)
H 0 1 S	5/0683	H 0 1 S	5/0683
G 0 2 F	1/37	G 0 2 F	1/37
H 0 1 S	5/125	H 0 1 S	5/125

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-219022 (P2000-219022)

(22) 出願日 平成12年7月19日 (2000.7.19)

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72) 発明者 神谷 宏昭

山梨県甲府市高室町155番地 横河電機株式会社甲府事業所内

(72) 発明者 荻野 賢治

山梨県甲府市高室町155番地 横河電機株式会社甲府事業所内

Fターム (参考) 2K002 AA05 AB12 EB15 HA20

5F073 AA65 AB23 BA06 EA07 EA24

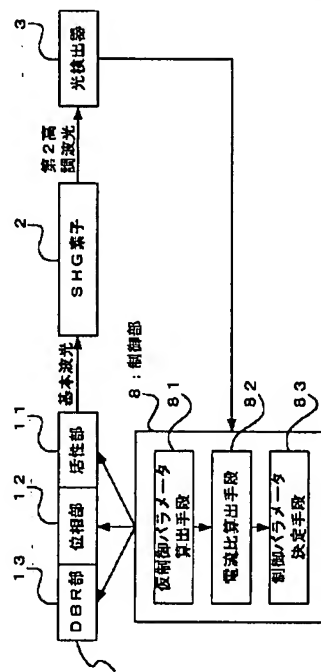
FA05 GA01 GA12

(54) 【発明の名称】 SHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置及びSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法

(57) 【要約】

【課題】 SHGレーザ光源の高出力パワーが出力できる制御パラメータを容易に求めることができるSHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置及びSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法を実現することを目的にする。

【解決手段】 本発明は、活性部と、位相部と、DBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長変換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出装置である。本装置は、SHG素子が出力する第2高調波光を入力し、電気信号に変換する光検出器と、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、光検出器からの電気信号により、第2高調波光の出力パワーの変化点を求め、マイナス側、プラス側の変化点の中心で、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、光検出器からの電気信号により、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求める制御パラメータ決定手段とを有することを特徴とする装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性部と、位相部と、分布ブラッグ反射器（DBR）が形成されたDBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長交換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出装置であって、前記SHG素子が出力する第2高調波光を入力し、電気信号に変換する光検出器と、前記DBR部に与えるDBR駆動電流、前記位相部に与える位相制御電流を変化させ、前記光検出器からの電気信号により、第2高調波光の出力パワーの変化点を求め、マイナス側、プラス側の変化点の中心で、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、前記光検出器からの電気信号により、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求める制御パラメータ決定手段とを有することを特徴とするSHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置。

【請求項2】 活性部と、位相部と、分布ブラッグ反射器（DBR）が形成されたDBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長交換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出装置であって、前記SHG素子が出力する第2高調波光を入力し、電気信号に変換する光検出器と、前記DBR部に与えるDBR駆動電流、前記位相部に与える位相制御電流を変化させ、光検出器からの電気信号により、第2高調波光の出力パワーの変化点のDBR駆動電流、位相制御電流を求め、この変化点により、DBR駆動電流、位相制御電流の電流比を求める電流比算出手段と、

この電流比算出手段の電流比で、DBR駆動電流、位相制御電流を、マイナス側、プラス側の変化点の中心で変化させ、前記光検出器からの電気信号により、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求める制御パラメータ決定手段とを有することを特徴とするSHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置。

【請求項3】 DBR駆動電流、位相制御電流を所望の間隔で変化させ、光検出器からの電気信号により、第2高調波光の出力パワーの仮最大値のDBR駆動電流、位相制御電流を求める仮制御パラメータ算出手段を設け、仮最大値のDBR駆動電流、位相制御電流に基づいて、第2高調波光の出力パワーの変化点を求めることを特徴とする請求項1または2記載のSHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置。

【請求項4】 活性部と、位相部と、分布ブラッグ反射器（DBR）が形成されたDBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長交換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ

光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出方法であって、前記DBR部に与えるDBR駆動電流、前記位相部に与える位相制御電流を変化させ、第2高調波光の出力パワーの変化点を求め、マイナス側、プラス側の変化点の中心で、位相制御電流、DBR駆動電流を変化させ、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求めることを特徴とするSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法。

【請求項5】 活性部と、位相部と、分布ブラッグ反射器（DBR）が形成されたDBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長交換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出方法であって、前記DBR部に与えるDBR駆動電流、前記位相部に与える位相制御電流を変化させ、第2高調波光の出力パワーの変化点のDBR駆動電流、位相制御電流を求め、この変化点により、DBR駆動電流と位相制御電流の電流比を求め、

この電流比で、位相制御電流、DBR駆動電流を、マイナス側、プラス側の変化点の中心で変化させ、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求めることを特徴とするSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法。

【請求項6】 DBR駆動電流、位相制御電流を所望の間隔で変化させ、第2高調波光の出力パワーの仮最大値のDBR駆動電流、位相制御電流を求め、仮最大値のDBR駆動電流、位相制御電流に基づいて、第2高調波光の出力パワーの変化点を求めることを特徴とする請求項4または5記載のSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、SHGレーザ光源の高出力パワーを得るための制御パラメータを容易に求めることができるSHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置及びSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光ディスクの記録容量の増大に伴い、ディスク上の面記録密度が上昇し、ディスク上の集光スポットサイズが小さくなっている。このため、ディスクの記録や読み出しに用いる光源の光も短波長が要求されている。このような短波長光を発生させる光源として、SHG（second harmonic generation）レーザ光源がある。SHGレーザ光源は、例えば、特開平11-26861号公報等に記載されているように、基本波光を非線形光学結晶に入射し第2高調波光を発生し、短波長コヒーレント光を得るものである。このような装置を図

11に示し説明する。

【0003】図11において、分布反射型 (DBR; distributed bragg reflection) 半導体レーザ1は、活性部11、位相部12、回折格子 (分布ブラッグ反射器 (DBR)) が形成されたDBR部13からなり、基本波光を発生する。

【0004】活性部11は、電流が注入されることにより、基本波光を発生する。位相部12は、pn接合に垂直に電流を流したり、あるいは、薄膜ヒータに電流を流すことにより、領域の温度が制御され、この温度変化により、導波路の屈折率を変化させ、DBR半導体レーザ1内の基本波光の位相を調整し、発振波長を変化させる。DBR部13は、位相部12を介して、活性部11から基本波光が入力され、pn接合に垂直に電流を流したり、あるいは、薄膜ヒータに電流を流すことにより、領域の温度が制御され、この温度変化により、導波路の屈折率を変化させ、回折格子の反射特性を調整し、発振波長を変化させる。

【0005】SHG素子2は、基本波光を入力し、基本波光を波長変換し、第2高調波光 (青色光) を出力する。SHG素子2は、 LiNbO_3 基板21上に、周期的な分極反転領域22を形成する。次に、光導波路23を形成する。さらに、保護膜24を形成し、SHG素子2が作製される。

【0006】光検出器3は、第2高調波光を入力し、電気信号に変換する。電流制御回路4は、光検出器3からの電気信号に基づいて、位相部12の位相制御電流、DBR部13のDBR駆動電流を出力する。

【0007】このような装置の動作を以下に説明する。DBR半導体レーザ1の活性部11にLD駆動電流を与えて駆動し、DBR半導体レーザ1が基本波光を出力する。この基本波光を、SHG素子2が入力し、波長変換し、第2高調波光を出力する。この第2高調波光を光検出器3で電気信号に変換する。そして、電流制御回路4は、電気信号に基づいて、位相制御電流、DBR駆動電流を出力し、DBR半導体レーザ1の基本波光の波長を調整する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】SHG素子2は、ある特定波長の光を入力すると、2次高調波 (入力波長の1/2波長の光) を出力するという特徴がある。しかし、SHG素子2は、図12に示すように、高出力パワーとなる波長範囲が限られているうえ、波長範囲はSHG素子2ごとに異なっている。また、SHG素子2ごとに波長範囲が異なると同様に、DBR半導体レーザ1も与える電流値が同じでも出力する波長は異なっている。このため、DBR半導体レーザ1に与える電流値の制御パラメータをSHGレーザ光源ごとに求めなければならなかった。

【0009】そのため、光スペアナや光波長計等の計測

器を用いて、DBR半導体レーザ1に与える電流値を求めているが、すべての制御パラメータにより、最適な制御パラメータを求めなければならず、しかも、これらはSHGレーザ光源ごとに求めなければならないため、作業効率が悪いという問題点があった。

【0010】そこで、本発明の目的は、SHGレーザ光源の高出力パワーが出力できる制御パラメータを容易に求めることができるSHGレーザ光源の制御パラメータ算出装置及びSHGレーザ光源の制御パラメータ算出方法を実現することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、活性部と、位相部と、分布ブラッグ反射器 (DBR) が形成されたDBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長変換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出装置であって、前記SHG素子が出力する第2高調波光を入力し、電気信号に変換する光検出器と、前記DBR部に与えるDBR駆動電流、前記位相部に与える位相制御電流を変化させ、前記光検出器からの電気信号により、第2高調波光の出力パワーの変化点を求め、マイナス側、プラス側の変化点の中心で、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、前記光検出器からの電気信号により、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求める制御パラメータ決定手段とを有することを特徴とするものである。

【0012】また、本発明は、活性部と、位相部と、分布ブラッグ反射器 (DBR) が形成されたDBR部とを有する半導体レーザと、この半導体レーザの光の波長変換を行い、第2高調波光を出力するSHG素子とを備えたSHGレーザ光源における第2高調波光の高出力パワーの制御パラメータを求める制御パラメータ算出方法であって、前記DBR部に与えるDBR駆動電流、前記位相部に与える位相制御電流を変化させ、第2高調波光の出力パワーの変化点を求め、マイナス側、プラス側の変化点の中心で、位相制御電流、DBR駆動電流を変化させ、第2高調波光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求めることを特徴とするものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の一実施例を示した構成図である。ここで、図11と同一のものは同一符号を付し説明を省略する。なお、SHGレーザ光源では、通常、基本波光は赤外光 (波長: 約850nm) であり、第2高調波光は青色光 (波長: 約425nm) となるため、第2高調波光を青色光として説明する。

【0014】図において、制御部8は、仮制御パラメータ算出手段81、電流比算出手段82、制御パラメータ決定手段83を有し、光検出器3からの電気信号を入力

し、活性部11にLD駆動電流を与え、位相部12に位相制御電流を与え、DBR部13にDBR駆動電流を与えて、DBR半導体レーザ1を制御する。

【0015】仮制御パラメータ算出手段81は、LD駆動電流を一定で、DBR駆動電流、位相制御電流を所望の間隔で変化させ、光検出器3からの電気信号により、青色光の仮最大値のDBR駆動電流、位相制御電流を求める。

【0016】電流比算出手段82は、仮制御パラメータ算出手段81のDBR駆動電流、位相制御電流に基づいて、LD駆動電流を一定で、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、光検出器3からの電気信号により、青色光の変化点のDBR駆動電流、位相制御電流を求め、この変化点により、DBR駆動電流、位相制御電流の電流比を求める。

【0017】制御パラメータ決定手段83は、LD駆動電流を一定とし、電流比算出手段82の電流比で、DBR駆動電流、位相制御電流を、マイナス側、プラス側の変化点の中心で変化させ、光検出器3からの電気信号により、青色光の高出力パワーのDBR駆動電流、位相制御電流を求める。

【0018】このような装置の動作を以下に説明する。まず、DBR駆動電流と位相制御電流と青色光出力パワーとの関係について説明する。図2、3はDBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} 、青色光出力パワーとの関係を示す図で、図3は図2の拡大図である。ここで、DBR駆動電流 I_{dbr} は、 $0x0000 \sim 0x0FFF$ ($0 \sim$ 約120mA)、位相制御電流 I_{ph} は、 $0x0000 \sim 0x0FFF$ ($0 \sim$ 約60mA)とする。なお、 $0x$ は16進数を示す記号で、図2、3中の目盛りは10進数である。

【0019】図2から明らかなように、青色光が出力されるのはある一定範囲内に限られていることがわかる。図2において、DBR駆動電流 I_{dbr} が $0x0 \sim 0x300$ の範囲でのみ青色光が出力される。

【0020】次に、図2の中で、四角で囲まれた青色光出力パワーが強く出力される個所を拡大した図3を用いて説明する。図3に示すように、青色光出力パワーは、DBR駆動電流 I_{dbr} に対して、 $b \sim c$ 間の幅を持った山のような分布になっている。ここで、直線 b 、 c は、青色光の出力パワーが大きく変化している変化点を直線近似したものである。また、位相制御電流を固定し、DBR駆動電流を変化させると、図3の領域は、図4のように表すこともできる。なお、図4の目盛りも10進数である。

【0021】図3において、山の頂点は、直線 b 、 c のほぼ中間になっているが、DBR半導体レーザ1、SHG素子2の組み合わせによっては、直線 b 、 c の近くになる場合がある。このような場合、山の頂点により、最大出力パワーの制御パラメータを求めると、出力パワー

が不安定になってしまう。従って、直線 b 、 c の中間の直線 a 上で、最大パワーとなる電流値を最大出力パワー（高出力パワー）とする。このときの電流値を極電流とする。

【0022】このことを利用し、以下のように制御パラメータを求める。図5は図1に示す装置の概略動作を示すフローチャートである。

【0023】仮制御パラメータ算出手段81は、LD駆動電流は一定で、DBR半導体レーザ1に与えるDBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、光検出器3からの電気信号により、青色光が最大になるDBR駆動電流 I_{dbr} のおおよその値 (Max_I_{dbr1}) を求める (ステップ1)。

【0024】次に、仮制御パラメータ算出手段81は、DBR駆動電流 " Max_I_{dbr1} " を中心に、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、光検出器3からの電気信号により、青色光が最大になるDBR駆動電流、位相制御電流の組み合わせ (Max_I_{dbr2} 、 Max_I_{ph2}) を求める (ステップ2)。

【0025】電流比算出手段82は、DBR駆動電流 " Max_I_{dbr2} "、位相制御電流 " Max_I_{ph2} " を中心に詳細にDBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、光検出器3からの電気信号により、青色光出力パワーの変化点により、電流比 $\Delta I_{ph} : \Delta I_{dbr}$ を求める (ステップ3)。

【0026】制御パラメータ決定手段83は、電流比 $\Delta I_{ph} : \Delta I_{dbr}$ から極電流を求める (ステップ4)。

【0027】さらに、各ステップごとに、図6～9に示すフローチャートを用いて詳細に説明する。また、図10は図1に示す装置の動作を説明する図である。

【0028】(ステップ1) 青色光が出力される限られたDBR駆動電流 I_{dbr} の範囲を特定する。

【0029】仮制御パラメータ算出手段81は、位相制御電流 I_{ph} を" 0 "に設定する (S11)。位相制御電流 I_{ph} が" $0xFFFF$ "以下か判断する (S12)。

【0030】位相制御電流 I_{ph} が" $0xFFFF$ "以下のとき、DBR駆動電流 I_{dbr} を" 0 "に設定する (S13)。DBR駆動電流 I_{dbr} が" $0xFFFF$ "以下か判断する (S14)。

【0031】DBR駆動電流 I_{dbr} が" $0xFFFF$ "以下のとき、光検出器3からの電気信号が最大かどうか判断する (S15)。最大のとき、このDBR駆動電流値を Max_I_{dbr1} とし、DBR駆動電流 I_{dbr} に" $0x20$ "を加える (S16、S17)。最大でないとき、DBR駆動電流 I_{dbr} に" $0x20$ "を加える (S17)。そして、再び、DBR駆動電流 I_{dbr} が" $0xFFFF$ "以下か判断する (S14)。

【0032】DBR駆動電流 I_{dbr} が" $0xFFFF$ "

以下でないとき、位相制御電流 I_{ph} に "0x400" を加える (S18)。そして、再び、位相制御電流 I_{ph} が "0xFFFF" 以下か判断する (S12)。

【0033】位相制御電流 I_{ph} が "0xFFFF" 以下でないとき、ステップ1の処理を終了する。

【0034】つまり、位相制御電流 I_{ph} を 0x0, 0x400, 0x800, 0xc00 にそれぞれ固定し、DBR駆動電流 I_{dbr} を 0x0~0xFFFF まで32段階で設定し、青色光出力パワーが最大になるDBR駆動電流 I_{dbr} を求める。このDBR駆動電流 I_{dbr} 付近で青色光が出力されている。

【0035】(ステップ2) DBR駆動電流、位相制御電流の変化範囲を狭めて、青色光が最大となるDBR駆動電流、位相制御電流をさらに特定する。また、青色光出力パワーを制御するためには、位相制御電流 I_{ph} が 0x0、0xFFFF 付近では制御不可能になる可能性が高いため、位相制御電流 I_{ph} に関しては、"0x200~0xE00" に限定する。

【0036】仮制御パラメータ算出手段81は、位相制御電流 I_{ph} を "0x200" に設定する (S21)。位相制御電流 I_{ph} が "0xE00" 以下か判断する (S22)。

【0037】位相制御電流 I_{ph} が "0xE00" 以下のとき、DBR駆動電流 I_{dbr} を "Max_ I_{dbr1} -0x200" に設定する (S23)。DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr1} +0x200" 以下か判断する (S24)。

【0038】DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr1} +0x200" 以下のとき、光検出器3からの電気信号が最大かどうか判断する (S25)。最大のとき、このDBR駆動電流値を Max_ I_{dbr2} 、位相制御電流を Max_ I_{ph2} とし、DBR駆動電流 I_{dbr} に "0x20" を加える (S26, S27)。最大でないとき、DBR駆動電流 I_{dbr} に "0x20" を加える (S27)。そして、再び、DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr1} +0x200" 以下か判断する (S24)。

【0039】DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr1} +0x200" 以下でないとき、位相制御電流 I_{ph} に "0x20" を加える (S28)。そして、再び、位相制御電流 I_{ph} が "0xE00" 以下か判断する (S22)。

【0040】位相制御電流 I_{ph} が "0xE00" 以下でないとき、ステップ2の処理を終了する。

【0041】つまり、位相制御電流 I_{ph} を "0x200~0xE00" の範囲で32段階変化させ、DBR駆動電流 I_{dbr} を "Max_ I_{dbr1} -0x200~Max_ I_{dbr1} +0x200" まで32段階変化させ、青色光出力パワーが最大になるDBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} を求める。このDBR駆動電

流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} 付近で最大パワーの青色光が出力されている。

【0042】(ステップ3) 青色光出力パワーの変化点を求め、青色光出力パワーの存在範囲を特定し、DBR駆動電流と位相制御電流の電流比を求める。

【0043】電流比算出手段82は、位相制御電流 I_{ph} を "Max_ I_{ph2} -0x100" に設定する (S301)。位相制御電流 I_{ph} が "Max_ I_{ph2} +0x100" 以下か判断する (S302)。

【0044】位相制御電流 I_{ph} が "Max_ I_{ph2} +0x100" 以下のとき、DBR駆動電流 I_{dbr} を "Max_ I_{dbr2} -0x200" に設定する (S303)。DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr2} +0x200" 以下か判断する (S304)。

【0045】DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr2} +0x200" 以下のとき、光検出器3からの電気信号の値を保存し、DBR駆動電流 I_{dbr} に "0x10" を加える (S305, S306)。そして、再び、DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr2} +0x200" 以下か判断する (S304)。

【0046】DBR駆動電流 I_{dbr} が "Max_ I_{dbr2} +0x200" 以下でないとき、位相制御電流 I_{ph} に "0x8" を加える (S307)。そして、再び、位相制御電流 I_{ph} が "Max_ I_{ph2} +0x100" 以下か判断する (S302)。

【0047】位相制御電流 I_{ph} が "Max_ I_{ph2} +0x100" 以下でないとき、位相制御電流 I_{ph} を固定した場合のDBR駆動電流 I_{dbr} の変化に対する青色光出力パワーの変化量の最大値を求める (S308)。そして、青色光出力パワーの変化量の最大値の20%を変化量を閾値とする (S309)。

【0048】保存した先頭の青色光出力パワーのDBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} を設定する (S310)。保存した全てのパワーデータを調べたかを判断する (S311)。

【0049】全てのパワーデータを調べていないとき、青色光出力パワーの差の絶対値が閾値を越えているか判断する (S312)。

【0050】閾値を越えているとき、青色光出力パワーの差が正か負かを判断する (S313)。

【0051】青色光出力パワーの差が正のとき、同一の位相制御電流 I_{ph} で、変化量が最大かを判断し、最大ならば、DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} をプラス側データとして、保存し、次の処理に進み、最大でなければ、次の処理に進む (S314, S315)。

【0052】青色光出力パワーの差が負のとき、同一の位相制御電流 I_{ph} で、変化量が最大かを判断し、最大ならば、DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} をマイナス側データとして、保存し、次の処理に進み、

最大でないならば、次の処理に進む (S316, S317)。

【0053】そして、次の保存した青色光出力パワーのDBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} を設定する (S318)。再び、保存した全てのパワーデータを調べたかを判断する (S311)。

【0054】全てのパワーデータを調べたとき、プラス側データ、マイナス側データをそれぞれ最小二乗法により直線近似を求める (S319)。プラス側データとマイナス側データのどちらが多いか判断する (S320)。プラス側が多い場合、プラス側の直線の傾きを電流比 $\Delta I_{ph} : \Delta I_{dbr}$ とする (S321)。マイナス側の直線の傾きが多い場合、マイナス側の直線の傾きを電流比 $\Delta I_{ph} : \Delta I_{dbr}$ とする (S322)。

【0055】つまり、位相制御電流 I_{ph} を " $Max_I_{ph}2 - 0 \times 100 \sim Max_I_{ph}2 + 0 \times 100$ " までの8段階変化させ、DBR駆動電流 I_{dbr} を " $Max_I_{dbr}2 - 0 \times 200 \sim Max_I_{dbr}2 + 0 \times 200$ " まで16段階変化させ、青色光出力パワーを保存する。この保存した青色光出力パワーから、図10に●で示される最大変化点を算出する。この最大変化点により、直線b、c間に出力パワーの最大値が存在する。そして、最大変化点から電流比を求める。

【0056】(ステップ4) 青色光出力パワーの変化点の幅を求め、電流比を用いて、幅の中心で、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、極電流を求める。

【0057】制御パラメータ決定手段83は、電流比算出手段82で保存したプラス側データの先頭の位相制御電流 I_{ph} を設定する (S41)。保存したすべてのプラス側データについて調べたか判断する (S42)。

【0058】すべてのプラス側データについて、調べていない場合、同一の位相制御電流 I_{ph} に対してプラス側、マイナス側のデータの両方が存在するかを判断し、存在する場合は、(マイナス側DBR駆動電流 I_{dbr}) - (プラス側DBR駆動電流 I_{dbr}) を求め、次の処理に進み、存在しない場合は次の処理に進む (S43, S44)。

【0059】そして、電流比算出手段82で保存したプラス側データを、次のデータの位相制御電流 I_{ph} に設定する (S45)。再び、保存したすべてのプラス側データについて調べたか判断する (S42)。

【0060】すべてのプラス側データについて、調べた場合、青色光出力パワーの山の幅の平均を求める (S46)。そして、電流比算出手段82で求めたデータの多い側の直線を幅の平均の1/2分、DBR駆動電流に対して移動し、山の中心付近を通る直線を求める (S47)。この直線に沿って、DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} を変化させ、DBR半導体レーザ1に与え、光検出器3からの電気信号に基づいて、青色光出力パワーが最大になるDBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制

御電流 I_{ph} の組み合わせを極電流とする (S48)。

【0061】つまり、青色光の変化点のDBR駆動電流 I_{dbr} の幅を求め、この幅の平均値を求める。そして、この平均値の1/2分、図10に示すように、例えば、直線bを移動させ、直線aを求める。この直線aに沿って、DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph} を変化させ、青色光出力パワーが最大となる極電流を求める。

【0062】このように、仮制御パラメータ算出手段81で仮制御パラメータ (DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph}) を求め、この仮制御パラメータを中心に、電流比算出手段82は、青色光出力パワーの変化から電流比を求め、この電流比から、制御パラメータ決定手段83は、極電流を求める。これにより、容易に、青色光出力パワーが高出力パワーで安定している制御パラメータ (DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph}) を求めることができる。

【0063】また、電流比算出手段82が求めた電流比で、DBR半導体レーザ1のDBR駆動電流、位相制御電流を制御すれば、図3に示すように、青色光出力パワーが変化する。つまり、容易に青色光出力パワーが可変する制御パラメータを求めることができる。

【0064】そして、故障等により、SHGレーザ光源 (DBR半導体レーザ1、SHG素子2) を交換しなければならないとなったとき、容易にSHGレーザ光源の制御パラメータを求めることができるので、簡単に、SHGレーザ光源を交換することができる。

【0065】なお、本発明はこれに限定されるものではなく、仮制御パラメータ算出手段81を設けない構成でもよい。つまり、事前に大まかな出力パワーが最大となる制御パラメータがわかっていれば、電流比算出手段82から制御パラメータを求める構成でもよい。

【0066】また、電流比算出手段82を設けた構成を示したが、制御パラメータ決定手段83が、変化点の中心でDBR駆動電流、位相制御電流を変化させられれば、電流比を求めない構成でもよい。

【0067】

【発明の効果】本発明によれば、以下のような効果がある。請求項1, 4によれば、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、第2高調波光出力パワーの変化点から、極電流を求める。これにより、容易に、第2高調波光出力パワーが高出力パワーで安定している制御パラメータ (DBR駆動電流、位相制御電流) を求めることができる。

【0068】請求項2, 5によれば、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、第2高調波光出力パワーの変化から電流比を求め、この電流比から、極電流を求める。これにより、容易に、第2高調波光出力パワーが高出力パワーで安定している制御パラメータ (DBR駆動電流 I_{dbr} 、位相制御電流 I_{ph}) を求めることがで

きる。

【0069】また、電流比で、半導体レーザのDBR駆動電流、位相制御電流を制御すれば、第2高調波光出力パワーが変化する。つまり、容易に第2高調波光出力パワーが可変する制御パラメータを求めることができる。

【0070】請求項3、6によれば、DBR駆動電流、位相制御電流を変化させ、第2高調波光の最大パワーとなる仮制御パラメータを求めるので、安定して高出力パワーとなる領域が特定されていなくても、安定して高出力パワーとなる制御パラメータの領域を特定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示した構成図である。

【図2】DBR駆動電流 I_{db} 、位相制御電流 I_p 、青色光出力パワーとの関係を示す図である。

【図3】図2の特定範囲の拡大図である。

【図4】青色光出力パワーとDBR駆動電流の関係を示す図である。

【図5】図1に示す装置の概略動作を示したフローチャートである。

【図6】図5に示すフローチャートのステップ1の動作を示したフローチャートである。

【図7】図5に示すフローチャートのステップ2の動作を示したフローチャートである。

【図8】図5に示すフローチャートのステップ3の動作を示したフローチャートである。

【図9】図5に示すフローチャートのステップ4の動作を示したフローチャートである。

【図10】図1に示す装置の動作を説明する図である。

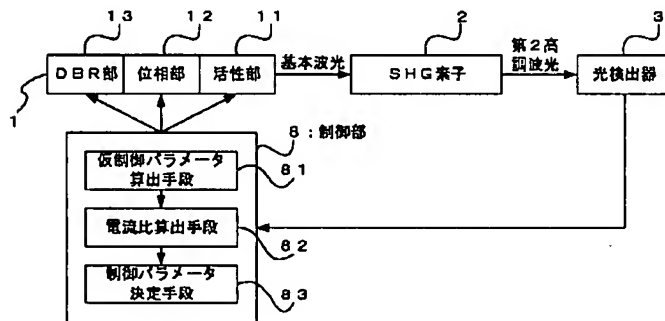
【図11】従来のSHGレーザ光源の構成を示した図である。

【図12】SHG素子2の特性を示した図である。

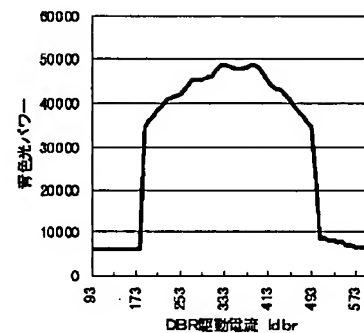
【符号の説明】

- 1 DBR半導体レーザ
- 2 SHG素子
- 3 光検出器
- 8 制御部
- 11 活性部
- 12 位相部
- 13 DBR部
- 81 仮制御パラメータ算出手段
- 82 電流比算出手段
- 83 制御パラメータ決定手段

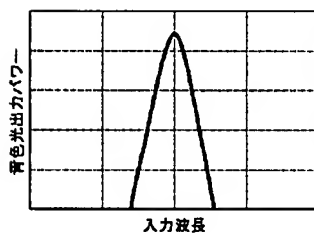
【図1】



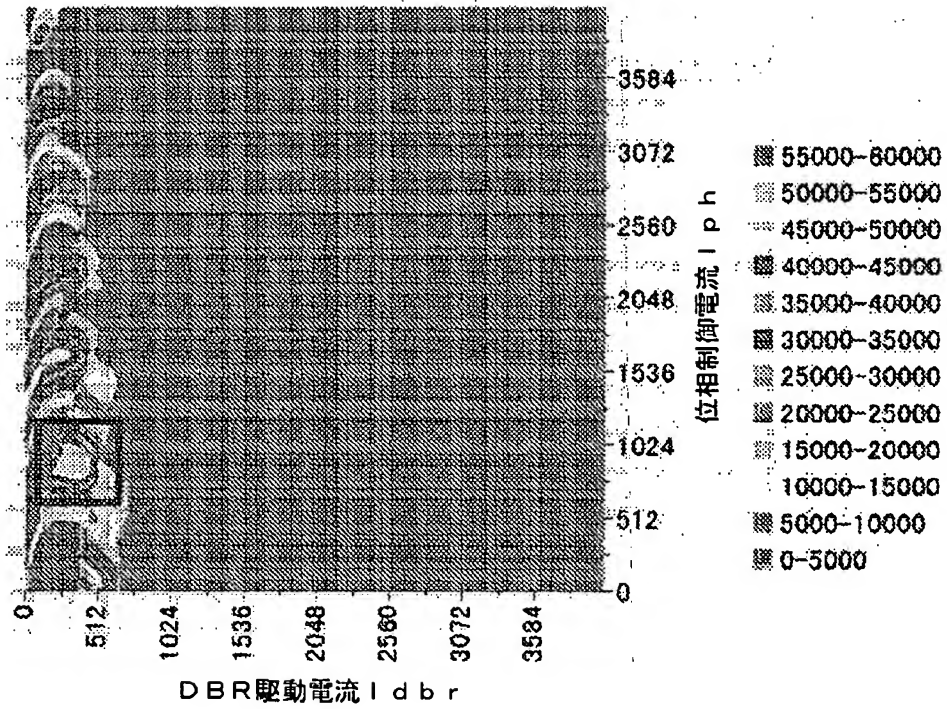
【図4】



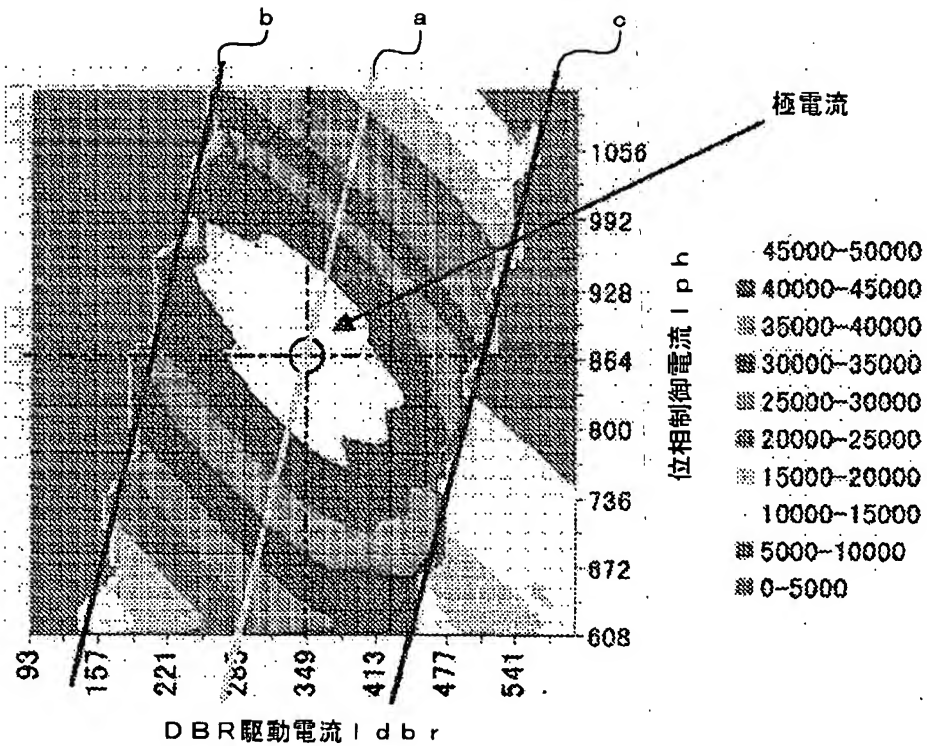
【図12】



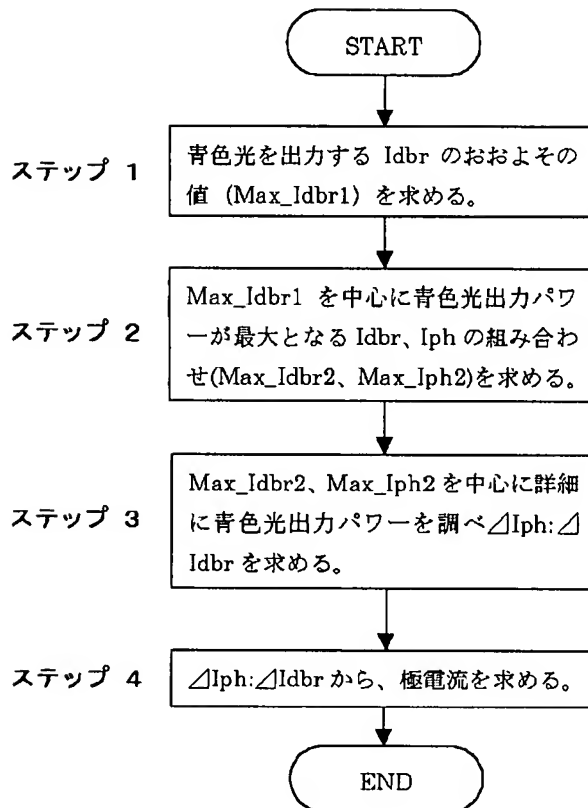
【図2】



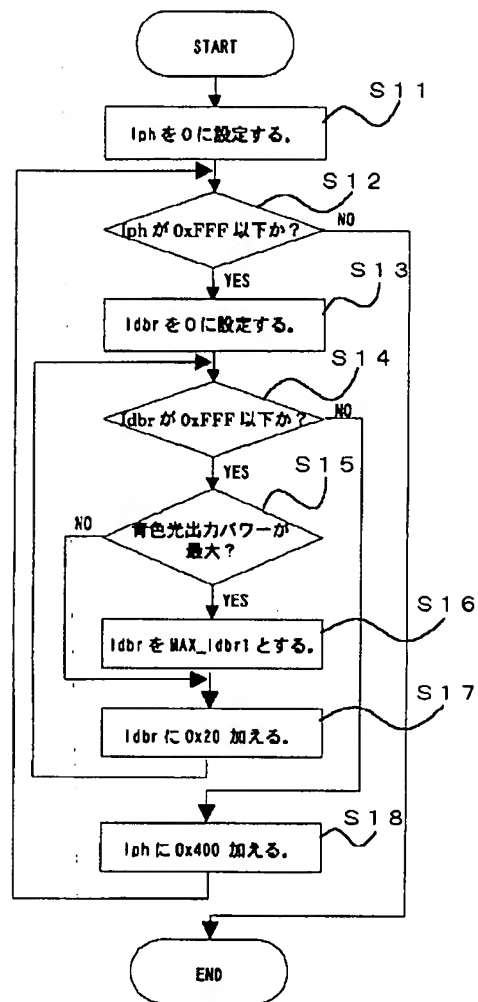
【図3】



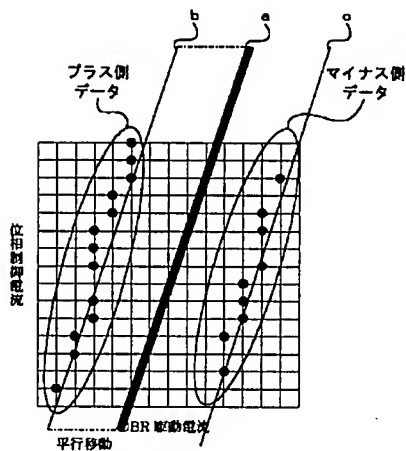
【図5】



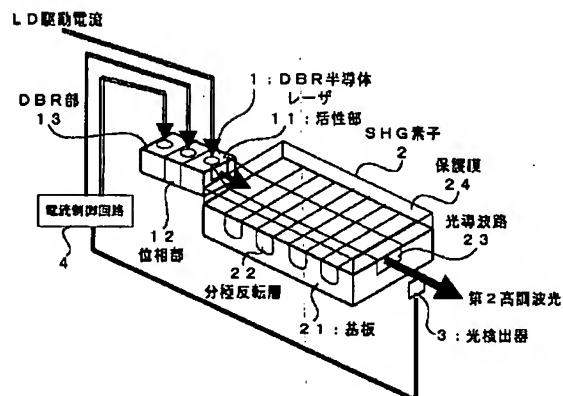
【図6】



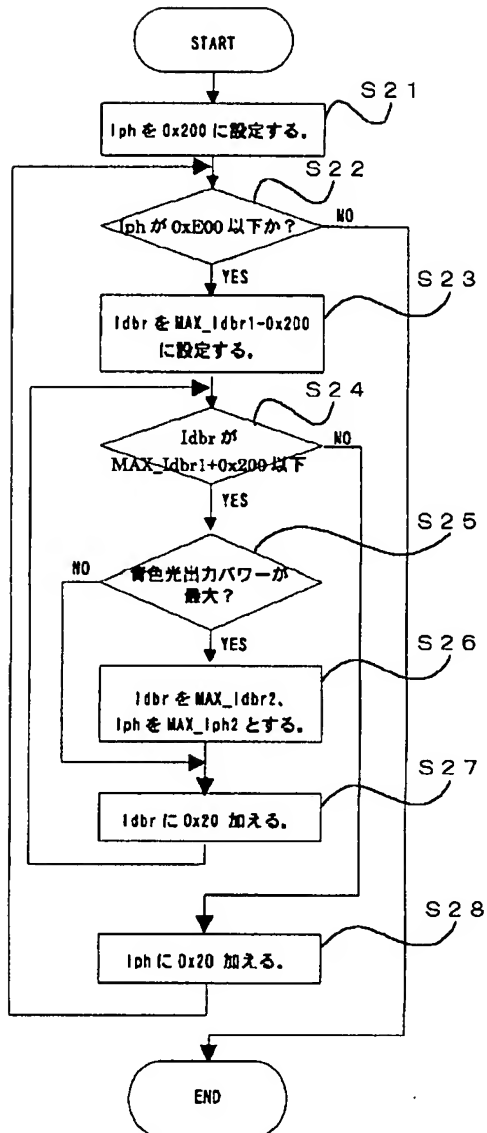
【図10】



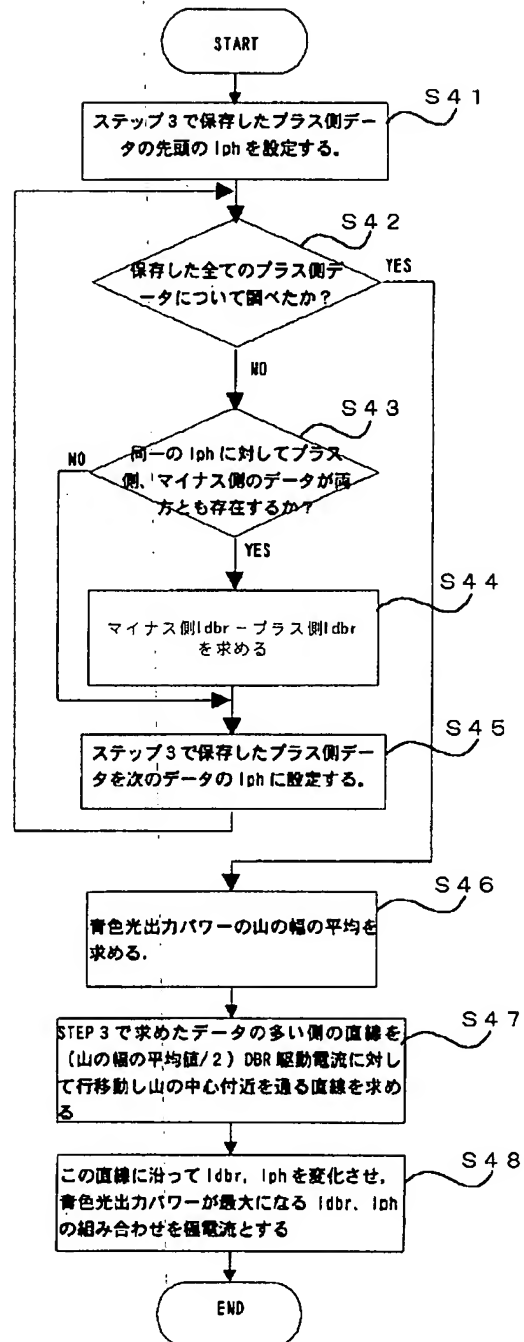
【図11】



【図7】



【図9】



【図8】

